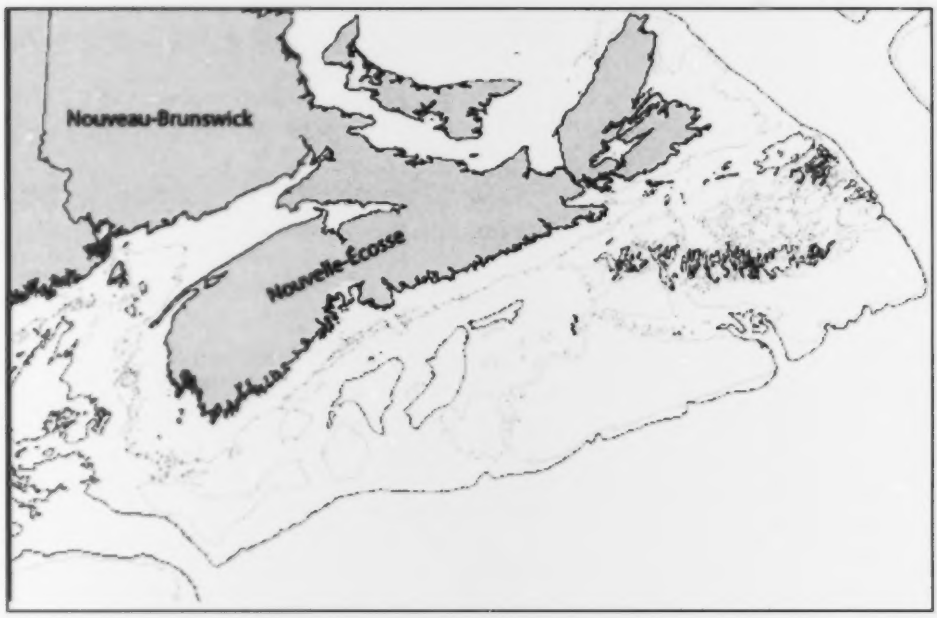
Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science
Région des Maritimes
Secrétariat canadien de consultation scientifique
Avis scientifique 2005/071

CADRE DE CLASSIFICATION ET DE CARACTÉRISATION DES HABITATS BENTHIQUES DU SECTEUR SCOTIA-FUNDY



Contexte

Depuis l'adoption, en 1997, de la Loi sur les océans, Pêches et Océans Canada (le MPO) a entrepris différentes initiatives afin de mettre en place, au Canada, une gestion écosystémique. L'initiative de Gestion intégrée de l'est du plateau néo-écossais (GIEPNE) est une des premières initiatives de ce genre au Canada. Il s'agit d'un processus coopératif de planification et de gestion de l'océan visant l'élaboration et la mise en oeuvre d'un Plan de gestion intégrée de l'océan applicable à cette vaste région maritime. Ce plan fournira une orientation à long terme et une base commune de gestion. Une ébauche de plan de GIEPNE a été publiée au début de 2005 (DFO, 2005).

Afin de mettre en place une gestion intégrée et écosystémique, on a dû élaborer de nouveaux types d'informations et de nouvelles analyses des informations existantes. En juin 2000, le MPO a organisé un atelier sur les aspects écosystémiques de l'initiative de GIEPNE. On a alors recommandé de dresser une carte des types d'écosystèmes benthiques présents dans la zone de GIEPNE afin d'aider à la gestion écosystémique. Un atelier national du MPO sur les objectifs et les indicateurs pour la gestion écosystémique a établi, pour les écosystèmes marins, les objectifs de conservation suivants (MPO, 2004a) :

- *le maintien des communautés à l'intérieur des limites de la variabilité naturelle;*
- *la conservation des caractéristiques essentielles des fonds.*

On a décidé de tenir une série de réunions de processus consultatif régional (PCR) afin d'élaborer un système de classification des habitats benthiques pour le secteur Scotia-Fundy (phase I), de tester et de valider ce système et de l'appliquer au secteur (phase II) et d'évaluer la sensibilité des environnements

Canada

classés selon ce système aux activités humaines sur le plateau néo-écossais (phase III). Le PCR fournit des conseils afin d'aider à l'atteinte des objectifs de maintien de la diversité des communautés benthiques du secteur Scotia-Fundy de la Région des Maritimes.

La phase I a fait l'objet de la réunion du PCR des 25 et 26 juin 2001 (MPO, 2002), lors de laquelle on a discuté de plusieurs systèmes de classification et fait des recommandations. La phase II a débuté lors de la réunion du PCR tenue du 6 au 8 janvier 2004 (DFO, 2004b) afin d'examiner une proposition de classification pour le secteur Scotia-Fundy et s'est poursuivie lors d'un atelier tenu du 7 au 9 décembre 2004 afin d'étudier certains aspects spécifiques de cette classification (MPO, 2004c). Le présent rapport résume le modèle de classification des habitats benthiques présenté à la dernière réunion de la phase II du PCR, tenue du 20 au 22 juillet 2005.

SOMMAIRE

- On peut classer les habitats benthiques du secteur Scotia-Fundy selon leur exposition à la perturbation mécanique des sédiments (*perturbation*) et la rigueur des conditions ambiantes (*potentiel de croissance*).

- Pour l'environnement océanique du secteur Scotia-Fundy, on peut considérer que la perturbation naturelle est égale au rapport entre la vitesse de friction sur le plancher océanique et le stress de cisaillement critique pour une taille de particule donnée.

- Pour l'environnement océanique du secteur Scotia-Fundy, on peut décrire le potentiel de croissance des communautés benthiques comme une combinaison de la disponibilité de nourriture pour le benthos, de la température annuelle au fond, de la variabilité de la température entre les saisons et d'une année à l'autre et de la saturation en oxygène. Pour le moment, on ne comprend pas clairement l'importance relative des ces variables.

- On peut décrire la sensibilité des organismes benthiques comme une fonction de leur vulnérabilité et de leur résilience. La vulnérabilité est reliée à l'état et aux propriétés d'un organisme pouvant influencer sa sensibilité aux impacts, comme sa forme, sa taille et sa structure. La résilience est déterminée par la capacité d'un organisme de retourner à un état antérieur à la suite d'un impact.

- La description de la sensibilité des communautés et des habitats benthiques est plus complexe que celle de la sensibilité des individus ou des espèces.

- On pourra améliorer notre capacité de description de la sensibilité des habitats benthiques du secteur Scotia-Fundy en étudiant de plus près la relation entre perturbation / potentiel de croissance et vulnérabilité / résilience.

- La présent cadre de classification et de caractérisation des habitats benthiques ne devrait constituer qu'un outil parmi d'autres pour la planification et la gestion de l'océan.

- Si le présent cadre de classification ne spécifie pas la distribution précise des communautés benthiques du secteur Scotia-Fundy, il fournit une vue systématique des prévisions relatives aux caractéristiques du cycle biologique et à la structure des communautés.

106-07306/

DESCRIPTION DE L'ENJEU

Un certain nombre d'activités humaines (comme la pêche, l'exploration pétrolière ou la pose de pipelines et de câbles) ont un impact sur les communautés benthiques marines. L'identification des communautés benthiques et des caractéristiques des fonds marins sensibles aux perturbations anthropiques pourrait permettre de mieux cibler la gestion et assurer l'atteinte des objectifs nationaux de conservation. Si la cartographie et la caractérisation des habitats terrestres ont bénéficié de l'imagerie par satellite, de la photographie aérienne et d'une longue histoire d'études écologiques, la caractérisation des communautés benthiques marines a été ralentie par des obstacles théoriques et technologiques. Ces dernières décennies, on a réalisé des progrès technologiques importants dans la cartographie acoustique des fonds marins à l'aide de sonars multi-faisceaux à haute résolution, qui fournissent une image géoréférencée et tridimensionnelles de la morphologie du plancher océanique. Toutefois, les limites imposées aux budgets ne permettent pas l'utilisation de ces techniques pour des zones aussi étendues que le plateau néo-écossais. Aux lacunes technologiques viennent s'ajouter des lacunes dans la compréhension théorique des écosystèmes et des processus des fonds marins. Lorsque les connaissances sont disponibles, elles n'ont pas été résumées d'une façon qui les rendrait utiles aux activités de gestion. Le présent cadre de caractérisation des habitats benthiques fournit une base pour la classification de ces habitats, la caractérisation de la sensibilité et la gestion de l'environnement marin du secteur Scotia-Fundy.

ÉVALUATION DU CADRE

Cadre de classification des habitats benthiques et caractéristiques du cycle biologique de la faune

La classification des habitats benthiques du plateau néo-écossais repose sur le cadre de cartographie des habitats élaboré par Kostylev (2005). Le présent cadre adapte la théorie de modélisation de l'habitat de Southwood (1977, 1988) à la caractérisation des environnements des fonds marins et à la cartographie des habitats benthiques. Contrairement aux autres méthodes de cartographie de l'habitat, le cadre tient compte de l'influence de l'environnement physique sur les stratégies de cycle vital des espèces. Dans ce modèle, on considère que les propriétés de l'habitat, et donc les stratégies de cycle vital des organismes benthiques, sont déterminées par deux forces principales – la stabilité de l'habitat dans le temps (perturbation) et la rigueur des conditions ambiantes (potentiel de croissance).

Dans ce cadre de classification des habitats benthiques du secteur Scotia-Fundy, on définit la *perturbation* comme une force purement naturelle et mécanique déterminée par l'action des courants et des vagues sur le substrat. Le *potentiel de croissance* est relié à l'énergie dont disposent les organismes pour leur reproduction et leur croissance après avoir suffi à leurs besoins métaboliques essentiels. Les paramètres utilisés pour caractériser la perturbation et le potentiel de croissance sont décrits en détail dans les sections suivantes.

Les habitats dans lesquels la fréquence des perturbations physiques est faible sont classés parmi les habitats « stables » et ceux dans lesquels la fréquence des perturbations physiques est élevée parmi les habitats « perturbés ». Les habitats à potentiel de croissance élevé sont classés parmi les habitats « favorables » ou « productifs » et les habitats à potentiel de croissance faible parmi les habitats « défavorables ». Ces caractéristiques peuvent être combinées dans une grille à deux dimensions comme celle de la figure 1.

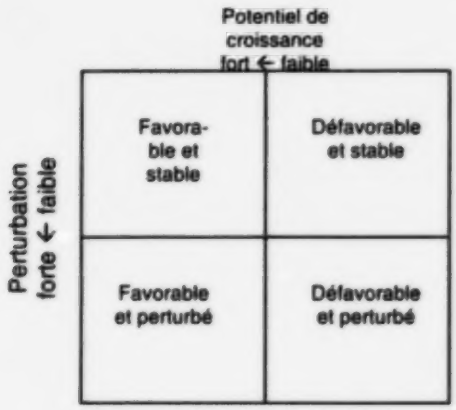


Figure 1. Caractérisation des habitats selon la perturbation et le potentiel de croissance.

Les communautés benthiques consistent en un mélange complexe d'espèces, avec des stratégies de cycle vital variées. Pour chaque type d'habitat, il est possible de prédire les types d'espèces présents (tableau 1). Par exemple, on prévoit qu'un habitat favorable et stable abritera des espèces à capacité de défense modérée, à migration limitée, à progéniture de taille faible à moyenne, à longévité modérée et à tolérance faible. Un habitat défavorable et perturbé abritera des espèces tolérantes avec une bonne capacité de défense, une migration faible, une progéniture peu nombreuse et de grande taille ainsi qu'une longévité élevée.

	Favorable	Défavorable
Stable	Capacité de défense modérée Migration faible Progéniture moyenne et de petite taille Longévité modérée Tolérance faible	Capacité de défense élevée Migration faible Progéniture peu nombreuse et de grande taille Longévité élevée Tolérance élevée
Perturbé	Capacité de défense faible Migration élevée Progéniture nombreuse et de petite taille Longévité faible Tolérance faible	Capacité de défense élevée Migration élevée Progéniture modérée et de grande taille Longévité modérée Tolérance élevée

Tableau 1. Importance relative des différentes stratégies de cycle vital selon le type d'habitat, selon Southwood (1988, figure 8).

Caractérisation de la perturbation des habitats benthiques du secteur Scotia-Fundy

Les habitats benthiques sont perturbés de façon naturelle par les courants de marée et de circulation, les tempêtes et les ondes internes. Pour le secteur de Scotia-Fundy, on relie la

perturbation des habitats benthiques à la vitesse de friction sur le plancher océanique et au stress de cisaillement critique pour une taille de particule donnée.

Vitesse de friction (Fv)
Nous calculons la vitesse de friction à partir de quatre types de données : 1) une bathymétrie à haute résolution du secteur; 2) une prévision a posteriori sur 42 ans de la hauteur et de la période des vagues, 3) des estimations du courant près du fond réalisées à l'aide de différents modèles; 4) des estimations de la granulométrie. Ces données servent d'intrants pour le calcul de la vitesse de friction à l'aide du logiciel SEDTRANS96 (Li et Amos, 2001).

Courant critique (H)
Le courant critique est égal à la vitesse de courant requise pour mettre en mouvement une particule d'une taille donnée. Pour le plateau néo-écossais, nous interpolons d'abord la taille des particules à partir d'une base de données composée d'observations empiriques, puis nous dérivons le courant critique correspondant à cette taille à l'aide du diagramme de Hjulstrom (Hjulstrom, 1935). Nous posons l'hypothèse que les sédiments sont bien triés.

Perturbation
Nous calculons la perturbation en faisant le rapport entre la vitesse de friction et le courant critique, selon l'équation suivante :

$$\text{Perturbation} = \log(Fv/H)$$

Les résultats sont ensuite réduits pour les ramener dans un intervalle de 0 à 1. La figure 2 montre une carte de la perturbation dans le secteur Scotia-Fundy.

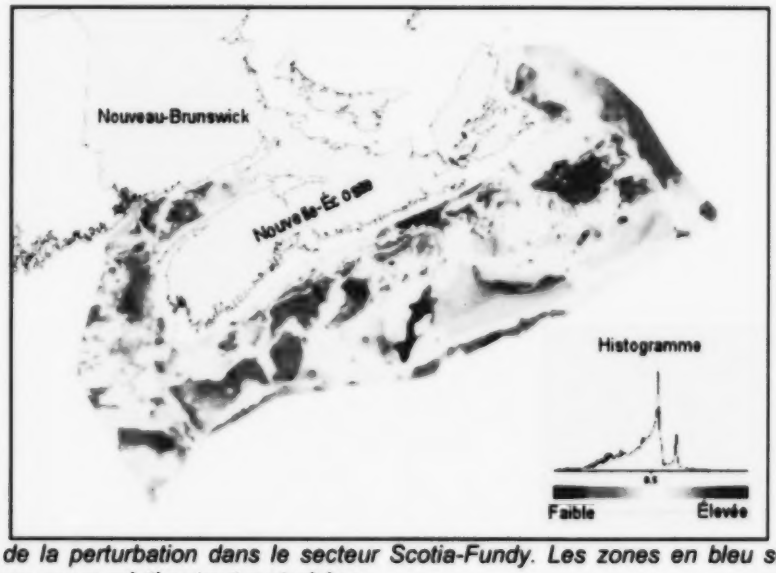


Figure 2. Carte de la perturbation dans le secteur Scotia-Fundy. Les zones en bleu sont relativement stables et celles en rouge relativement perturbées.

Caractérisation du « potentiel de croissance » des habitats benthiques du secteur Scotia-Fundy

Le potentiel de croissance est lié à l'énergie présente dans l'environnement et disponible aux organismes pour leur croissance et le maintien de fonctions physiologiques normales (productivité).

Le potentiel de croissance est inversement proportionnel à l'énergie nécessaire à l'adaptation à un environnement défavorable. Il est relié à l'équation du bilan énergétique physiologique :

Production = ingestion – respiration – excrétion.

Les paramètres utilisés pour le calcul du potentiel de croissance peuvent être reliés à une des composantes de l'équation du bilan énergétique (tableau 2).

Composante	Variables physiques
Ingestion	Disponibilité de la nourriture : chlorophylle *a*, stratification
Respiration	Température moyenne au fond Variation saisonnière de la température Variation annuelle de la température Pourcentage de saturation en oxygène
Excrétion	Salinité [non utilisé, voir texte]

Tableau 2. Variables environnementales servant au calcul du potentiel de croissance.

Puisqu'il n'existe pas d'unité de mesure commune aux cinq paramètres, nous transformons, à l'aide d'une approximation linéaire, les valeurs obtenues pour le secteur Scotia-Fundy en des indices adimensionnels variant entre 0 et 1. La figure 3 en donne un exemple.

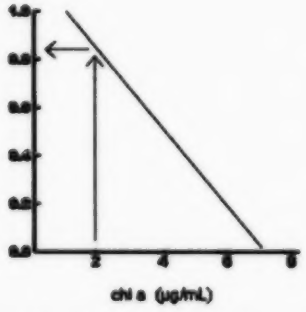


Figure 3. Conversion des mesures de chlorophylle a en indices variant entre 0 et 1.

Indice de disponibilité de la nourriture (Fa)

Il n'existe pas de modèles spatialement explicites du couplage benthique-pélagique pour le secteur Scotia-Fundy. Comme approximation de l'environnement océanique, nous utilisons un indice de disponibilité de la nourriture égal à la différence entre l'indice de chlorophylle *a* au printemps et l'indice de stratification estivale (différence sigma t entre la surface et une

profondeur de 30 m). Pour l'environnement côtier, le calcul de la disponibilité de nourriture doit aussi tenir compte des macrophytes. La prochaine version de cet indice devrait tenir compte de la relation entre la profondeur et la quantité de production primaire atteignant le benthos (Hargrave, 2001).

Indice de température de fond moyenne (Tm)
On a clairement établi qu'il existe une relation entre la température et le taux de croissance et que, dans les eaux tempérées du secteur Scotia-Fundy, les températures plus élevées sont en général plus favorables à la croissance. De manière générale, chaque hausse de 10 degrés de la température ambiante entraîne un accélération d'environ 2 à 3 fois des processus physiologiques (Leninger, 1975). Nous avons déterminé les températures annuelles moyennes au fond pour le secteur Scotia-Fundy à l'aide de données historiques (Breeze *et al.*, 2002; Hannah *et al.*, 2001; Han *et al.*, 1999).

Indices de variabilité saisonnière et de variabilité interannuelle de la température (Ta, Ti)
La variabilité saisonnière et interannuelle de la température peut constituer un facteur de stress abiotique pour les organismes marins, qui doivent trouver un moyen de s'adapter à toute augmentation de la variabilité de la température. Par exemple, la variabilité saisonnière peut être importante pour le choix du moment de la reproduction. Nous avons déterminé la variabilité saisonnière et interannuelle de la température pour le secteur Scotia-Fundy à l'aide de données historiques (Petrie *et al.*, 1996; Breeze *et al.*, 2002; Hannah *et al.*, 2001; Han *et al.*, 1999).

Indice d'oxygène (O)
Nous pensons que la saturation en oxygène (%) est un facteur contraignant dans certaines zones du plateau (comme les bassins). Nous avons analysé et cartographié environ 30 000 mesures de la saturation en oxygène dans le secteur Scotia-Fundy, afin de les utiliser dans le calcul du potentiel de croissance. Nous reconnaissons les limites de ces données, soit leur âge, le manque d'informations sur les profondeurs et les variations quant aux méthodes et aux saisons de collecte. Toutefois, puisque la prise en compte de la saturation en oxygène semble améliorer la différenciation entre certains types de communautés benthiques (p. ex. celles des bassins profonds), nous avons décidé d'inclure cette variable parmi les composantes du cadre de classification des habitats benthiques du secteur Scotia-Fundy.

Salinité
On sait que la salinité (ppm) a une influence sur l'excrétion des organismes marins et qu'elle influe donc sur le potentiel de croissance. Toutefois, étant donné le peu de variation de la salinité dans le secteur Scotia-Fundy et donc la faible probabilité que ce facteur influence la distribution des espèces benthiques, nous avons décidé de ne pas inclure ce paramètre dans le présent cadre de classification des habitats benthiques.

Potentiel de croissance
Il n'existe pas de base théorique permettant de déterminer l'importance relative des différents indices adimensionnels inclus dans le calcul du potentiel de croissance. Dans le cadre de classification des habitats benthiques du secteur Scotia-Fundy, les paramètres ont tous le même poids et nous utilisons l'équation suivante :

$$\text{Potentiel de croissance} = \log \left[\frac{Fa + Tm - Ta - Ti + O}{5} \right]$$

Les résultats sont ensuite normalisés sur une échelle allant de 0 à 1. La figure 4 montre une carte du potentiel de croissance pour le secteur Scotia-Fundy.

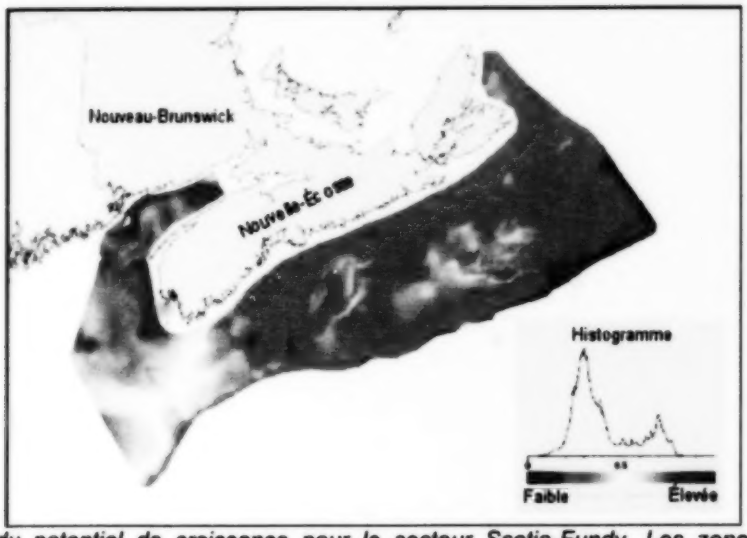


Figure 4. Carte du potentiel de croissance pour le secteur Scotia-Fundy. Les zones en rouge sont relativement productives et celles en bleu relativement improductives (défavorables).

Habitats du secteur Scotia-Fundy

La classification des habitats benthiques du secteur Scotia-Fundy dépend de la perturbation et du potentiel de croissance. Puisqu'il n'existe pas encore de théorie permettant de les combiner en une seule mesure, le cadre de classification considère ces deux éléments comme des axes indépendants. On visualise ces deux axes indépendants à l'aide d'une carte de classification des habitats benthiques selon une échelle continue de couleurs (figure 5).

Habitat benthique = F (perturbation, potentiel de croissance)

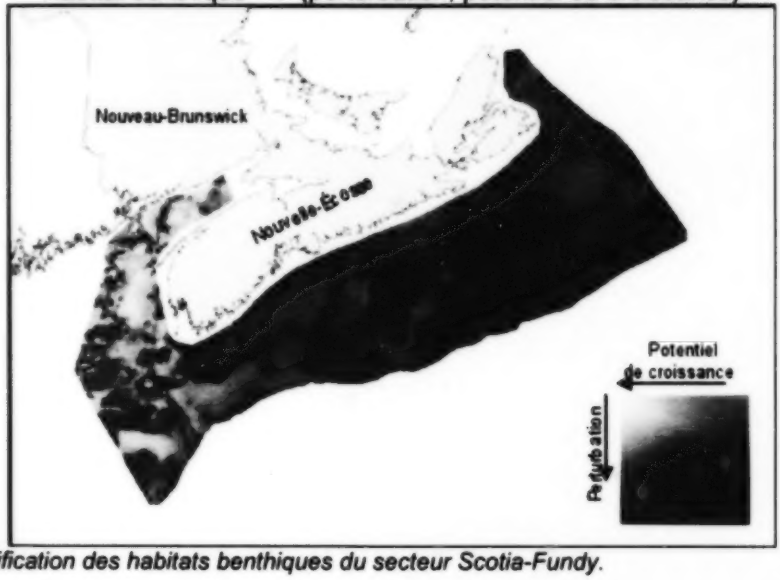


Figure 5. Classification des habitats benthiques du secteur Scotia-Fundy.

Cette méthode produit un continuum de types d'habitats variant entre les valeurs extrêmes de perturbation (de perturbé à stable) et de potentiel de croissance (de défavorable à productif).

Définition de la sensibilité

Même si le cadre de classification des communautés benthiques du secteur Scotia-Fundy contribue à améliorer notre compréhension et notre capacité de description de l'interaction entre environnement physique et communautés biologiques, il nous faut encore développer la théorie pour démontrer comment ces connaissances peuvent être utilisées à des fins de gestion. On doit, par exemple, pouvoir déterminer ce que nous apprend ce modèle sur la sensibilité possible des communautés benthiques aux perturbations anthropiques.

Pour nous, la sensibilité est fonction de la résilience et de la vulnérabilité d'une composante biologique, comme une communauté, une espèce ou une population. La vulnérabilité est la probabilité qu'une composante sera exposée à un impact. Elle est reliée aux conditions et au propriétés d'une composante, comme la taille, la forme et la structure du corps, qui peuvent influencer sa susceptibilité aux impacts. Par exemple, des organismes de grande taille et exposés peuvent être plus vulnérables aux impacts que des organismes de petite taille et enfouis. La résilience correspond à la vitesse à laquelle une composante est capable de retourner à un état antérieur après avoir subi un impact. On peut déterminer la résilience de façon empirique ou à l'aide de caractéristiques du cycle de vie, comme la fécondité, la longévité et la mobilité.

Relation entre la sensibilité et le modèle de classification des habitats benthiques

Selon la définition présentée plus haut, une communauté benthique très sensible est une communauté fortement vulnérable aux impacts et peu résiliente. Une communauté benthique peu sensible est une communauté peu vulnérable aux impacts et fortement résiliente. La relation entre la sensibilité et les stratégies de cycle vital des organismes n'est pas clairement définie. Toutefois, on s'attend à ce que les espèces à stratégie K, soit les espèces à longue espérance de vie, maturité tardive et progéniture peu nombreuse, soient plus sensibles aux perturbations anthropiques que les espèces à stratégie r. Une communauté benthique se compose de populations d'individus dont chacun possède sa propre sensibilité aux changements et impacts d'origine externe (naturelle ou anthropique). La sensibilité générale de la communauté est égale à la somme de ces sensibilités.

La vulnérabilité d'un organisme est reliée à sa structure physique, et donc à sa forme et à sa taille. La perturbation est ici une force mécanique reliée à la tension de cisaillement au fond. Pour les communautés benthiques, il existe donc un lien entre perturbation et vulnérabilité en ce qui a trait à l'impact de la force mécanique sur la structure corporelle. On a déjà mentionné que la résilience est liée à la reproduction, à la croissance et à la mobilité et que le potentiel de croissance est déterminé par l'énergie disponible dans l'environnement pour la reproduction, la croissance et l'adaptation. Il existe donc un lien entre résilience et potentiel de croissance. Ces relations (vulnérabilité-perturbation, résilience-potentiel de croissance) sont plutôt complexes et elles n'ont pas été complètement caractérisées. Toutefois, afin de faciliter la gestion courante de l'océan, on peut employer les paramètres de perturbation et de potentiel de croissance qui servent à caractériser les communautés benthiques pour caractériser la sensibilité et la réaction prévue des communautés benthiques aux impacts anthropiques (figure 6).

Perturbation forte ← faible	Potentiel de croissance fort ← faible	
	Résilience élevée et forte vulnérabilité aux perturbations physiques À la suite d'une perturbation, une communauté peut récupérer rapidement, mais passer par plusieurs états de semi-stabilité pour aboutir à une composition spécifique différente. Exemple : Habitats de gravier sur les bancs, comme le dépôt de gravier du banc de Georges.	**Résilience faible et forte vulnérabilité aux perturbations physiques** À la suite d'une perturbation, une communauté peut retrouver lentement un état semblable à l'état original. Il se peut que quelques espèces soient perdues parce que certaines populations n'ont pas été en mesure de récupérer. Exemple : Communautés de coraux en haute mer.
	Résilience élevée et faible vulnérabilité Certaines communautés récupéreront probablement rapidement d'une perturbation et retrouveront un état semblable à l'état original. Exemple : Communautés dominées par des détritivores et des espèces mobiles, comme celles de la surface des bancs.	**Résilience faible et faible vulnérabilité** Certaines communautés, quoique très résistantes aux perturbations, auront besoin de beaucoup de temps pour récupérer. Exemple : Espèces à croissance lente capables de tolérer les perturbations physiques, comme les palourdes américaines du Banquereau.

Figure 6. Réaction prévue des différents types de communautés benthiques aux perturbations (avant tout physiques).

CONCLUSIONS ET AVIS

Le point fort de notre méthode est qu'elle évalue les impacts anthropiques en se servant des conditions naturelles de l'environnement comme point de référence. La méthode de classification des habitats benthiques que nous proposons, puisqu'elle tient compte des interactions potentielles entre humains et habitats, représente une avancée conceptuelle significative. Ce modèle peut aider les gestionnaires à comprendre les interactions complexes entre physique, chimie et biologie et donc à mieux apprécier les conséquences écologiques des perturbations anthropiques. Le présent cadre de caractérisation :

- fournit une base théorique pouvant être validée à l'aide d'observations;
- organise la réflexion sur le fonctionnement et la distribution des communauté benthiques;
- fournit une méthode structurée d'évaluation de la sensibilité des habitats aux perturbations anthropiques;
- facilite l'établissement des priorités de recherche.

AUTRES CONSIDÉRATIONS

Sources d'incertitude

De nombreuses sources d'incertitudes sont inhérentes à la présente classification des habitats benthiques du secteur Scotia-Fundy : incertitude liée à la validité de la base théorique du cadre de classification (définition des habitats à partir des deux axes de perturbation et de potentiel de croissance), incertitude liée à la sélection et à l'importance relative des variables environnementales utilisées pour calculer la perturbation et le potentiel de croissance, incertitude liée à la qualité des données disponibles pour le secteur Scotia-Fundy, incertitude liée à l'interpolation des observations empiriques dans le temps et l'espace et incertitude liée à la visualisation des résultats (gamme des couleurs, etc.).

Validité du modèle perturbation / potentiel de croissance
D'abord proposée par Southwood (1977,1988), l'importance de la perturbation (aussi appelée turbulence, contrainte de traitement, etc.) et du potentiel de croissance (aussi appelé adversité, nutriments, taux de croissance ou contraintes de ressources) pour la distribution des espèces a été confirmée par les observations et les résultats publiés par de nombreux autres chercheurs (Margalef *et al.*, 1979; Huston, 1979; Reynolds, 1999; Roff *et al.*, 2003). Bien qu'on puisse être encouragé par la similarité des résultats pour différents groupes d'espèces, on devra continuer à vérifier expérimentalement le rôle de la perturbation et du potentiel de croissance dans la distribution des communautés benthiques du secteur Scotia-Fundy.

Sélection et importance relative des variables environnementales
La mesure actuelle de disponibilité de la nourriture indique la distribution générale de la disponibilité de production primaire au fond de la mer, mais elle ne tient pas compte des processus de transport horizontaux. Dans l'avenir, des mesures expérimentales de la teneur en carbone du benthos à différent points du plateau néo-écossais fourniront peut-être une mesure plus complète de la disponibilité de la nourriture. Nous croyons que, bien que des améliorations supplémentaires puissent permettre une meilleure visualisation de la variabilité à petite échelle dans le secteur Scotia-Fundy, ceci ne changerait pas le rapport général entre perturbation et potentiel de croissance.

Qualité des données pour le secteur Scotia-Fundy
Il est rare qu'une région aussi vaste que le secteur Scotia-Fundy fasse l'objet d'une surveillance générale et continuelle des variables biophysiques. Malgré nos efforts pour assurer la qualité des données, la couverture spatiale varie selon le paramètre. Par exemple, les mesures du pourcentage de saturation en oxygène ont une étendue spatiale et temporelle plus réduite que les mesures de la température au fond. Le présent cadre ne tient compte que des sources naturelles de perturbation du plancher océanique. Il est toutefois possible que quelques paramètres (comme la granulométrie) aient été influencés par des activités anthropiques et qu'ils ne soient pas représentatifs des conditions de perturbation naturelle.

Interpolation des résultats
L'interpolation spatio-temporelle des champs de variables tirés des observations empiriques est une source importante d'incertitude. Les couches de données superposées ont une précision pouvant varier de quelques kilomètres à plusieurs dizaines de kilomètres. La carte actuelle suppose que les résultats sont homogènes à une échelle de 500 mètres. Cette généralisation est toutefois nécessaire parce qu'il n'existe pas d'informations plus précises sur l'ensemble du plateau.

Validation de l'analyse de sensibilité
On devra faire plus de recherches afin de démontrer comment la méthode de classification des habitats benthiques proposée ici pourrait être servir à évaluer la sensibilité de différents habitats benthiques aux activités humaines. Par exemple, il serait utile de superposer des cartes des distributions connues d'espèces sensibles et les données physiques issues d'observations empiriques. On devrait également entreprendre d'autres exercices de validation, qui devraient tenir compte du fait que ce modèle porte plus sur les perturbations naturelles que sur les perturbations anthropiques.

Considérations de gestion

Le modèle de classification des habitats benthiques est un outil pratique de planification et de gestion de l'océan. En prenant acte des propriétés de l'écosystème benthique du plateau néo-écossais qui se manifestent, cette méthode est un élément clé de la planification et de la gestion, qu'elles soient centrées sur les objectifs ou sur l'écosystème. Lorsqu'on le combine avec d'autres informations, en particulier la cartographie des zones écologiquement et biologiquement significatives (MPO, 2004d) et la distribution des espèces sensibles, le modèle peut fournir une base permettant de déterminer quelles sont les mesures de gestion nécessaires à l'atteinte des objectifs écosystémiques. Les objectifs écosystémiques proposés pour le plateau néo-écossais sont présentés dans l'ébauche de plan de gestion intégrée de l'océan pour l'est du plateau néo-écossais (2006-2011) (DFO, 2005). Il existe toute une gamme d'outils de gestion pouvant aider à atteindre ces objectifs, comme des restrictions saisonnières des activités (pêche et autres), des lignes directrices sur la qualité de l'environnement, un zonage selon les activités et des protocoles avec l'industrie.

Le modèle de classification des habitats benthiques et les cartes qui l'accompagnent fourniront un niveau additionnel d'informations importantes pour le développement des indicateurs, des points de référence et des objectifs du cadre de planification coopérative de l'initiative de GIEPNE. Même si le modèle ne fournit pas la distribution exacte des espèces, il donne, de la même manière que les cartes de zones climatiques utilisées en agriculture, un aperçu large et systématique des aspects du cycle vital des organismes et des caractéristiques des communautés. De plus, on a montré que les différentes couches de données élaborées pour le modèle sont également utiles à la gestion. Le modèle et les cartes qui l'accompagnent représentent un développement significatif dans l'identification des types d'habitat et des structures des communautés qui leur sont associées. Ce développement favorisera l'efficacité dans la réalisation des objectifs visant la gestion de l'écosystème et les activités humaines sur le plateau néo-écossais.

Pour appliquer efficacement ce cadre de classification des habitats benthiques du plateau néo-écossais, on devra tenir compte de sa portée. Bien que le cadre fournisse des informations utiles à plusieurs scénarios de gestion, on ne devra pas l'utiliser comme seule source d'informations pour la prise de décisions. On devrait, par exemple, tenir compte des contraintes suivantes :

- Le présent modèle se concentre sur les impacts physiques subis par les invertébrés benthiques. Ce cadre ne s'applique pas facilement aux questions de gestion reliées aux impacts chimiques et biologiques ou aux communautés pélagiques.

- Le cadre ne fournit pas de mesure explicite de l'incertitude des calculs de perturbation et de potentiel de croissance. On trouvera plus haut une explication générale de l'incertitude inhérente au modèle, mais nous ne donnons pas de mesures spécifiques de l'incertitude pour chaque point de la carte.

- Nous n'avons pas formulé de lignes directrices ou de définitions permettant de séparer les uns des autres les types de communautés benthiques. Les cartes utilisent des gradations de couleurs plutôt que des limites strictes afin de séparer les types de communautés.

- L'analyse est réalisée pour une grille composée de secteurs mesurant 500 m x 500 m. Le cadre ne peut être utilisé pour des questions de gestion exigeant de différencier entre des communautés benthiques à plus petite échelle.

- Pour le moment, la caractérisation de la perturbation ne comprend pas de composante temporelle. On ne tient donc pas compte de la fréquence des perturbations importantes ni de la variabilité des perturbations dans le temps.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Breeze, H., D.G. Fenton, R.J. Rutherford, and M.A. Silva. 2002. The Scotian Shelf : An Ecological Overview for Ocean Planning. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2393.

DFO, 2005. Eastern Scotian Shelf Integrated Ocean Management Plan (2006-2011). Draft for discussion. Oceans and Coastal Management Report 2005-2. 73 p

Han, G., J.W. Loder, and P.C. Smith. 1999. Seasonal-mean hydrography and baroclinic circulation in the Gulf of St. Lawrence and on the eastern Scotian and southern Newfoundland shelves. J. Phys. Oceanogr. 29 : 1279-1301.

Hannah, C.G., J. Shore, J.W. Loder, and C.E. Naimie. 2001. Seasonal circulation on the western and central Scotian. Shelf. J. Phys. Oceanogr. 31 : 591-615.

Hargrave, B.T. 2001. Benthic metabolism and carbon storage in coastal sediments; pp. 27-33. In: DFO, 2001, Proceedings of the Workshop on Carbon Storage in the Coastal Zone 27-33. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2001/027.

Hjulstrom, F. 1935. Studies of the Morphological Activity of Rivers as Illustrated by the River Fyris. Bulletin, Geological Institute of Upsala, vol. XXV, Upsala, Suède.

Huston, M.A. 1996. Biological diversity. Cambridge University Press, New York.

Kostylev, V.E., B.J. Todd, O. Longva, and P.C. Valentine. 2005. Characterization of benthic habitat on northeastern Georges Bank, Canada. In: P.W. Barnes and J.P. Thomas (Editors). Benthic habitats and the effects of fishing. American Fisheries Society Symposium 41 : 141-152.

Leninger, A.L. 1975. Biochemistry : the molecular basis of cell structure and function. 2e édition. Worth Publishers, New York.

Li, M.Z., and C.L. Amos. 2001. SEDTRANS96 : the upgraded and better calibrated sediment-transport model for continental shelves. Comput. Geosci. 27 : 619-645.

Margalef, R.M., M. Estrada, and D. Blasco. 1979. Functional morphology of organisms involved in red tides, as adapted to decaying turbulence. In D. L. Taylor et H. H. Seliger (sous la dir. de). Toxic dinoflaggelate blooms. 89-94. Elsevier, Amsterdam.

MPO, 2002. Compte-rendu d'un atelier sur l'habitat benthique, Réunion du Processus consultatif des provinces Maritimes : Maintien de la diversité des types d'écosystème : Cadre de conservation des communautés benthiques du secteur de Scotia-Fundy, Région des Maritimes. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Série des compte rendus 2002/023. 94 p.

MPO, 2004a. Rapport sur l'état des habitats – Objectifs écosystémiques. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Rapport sur l'état des habitats 2004/001.

MPO, 2004b. Compte rendu de l'atelier sur la classification de l'habitat benthique, Réunion du Processus consultatif de la Région des Maritimes : Maintien de la diversité des types d'écosystème : Classification benthique et lignes directrices d'utilisation applicables au secteur de Scotia-Fundy, Région des Maritimes; 6-8 janvier 2004. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Série des compte rendus 2004/004. 45 p.

MPO, 2004c. Atelier sur le maintien de la diversité des types d'écosystème : Distribution des communautés benthiques dans le secteur de Scotia-Fundy, 7-9 décembre 2004. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Série des compte rendus 2004/048. 35 p.

MPO, 2004d. Identification des zones d'importance écologique et biologique. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rapp. sur l'état des écosystèmes 2004/006.

Reynolds, C.S. 1999. Metabolic sensitivities of lucustrine environment to anthropogenic forcing. Aquat. Sci. 61 :183-205.

Roff, J.C., M.E. Taylor, and J. Laughren. 2000. Geophysical approaches to the classification, delineation and monitoring of marine habitats and their communities. Aquat. Conserv. : Mar. Freshwat. Ecosyst. 13(1) :77-90.

Southwood, T.R.E. 1977. Habitat, the templet for ecological strategies? J. Anim. Ecol. 46 :337-365.

Southwood, T.R.E. 1988. Tactics, strategies and templets. Oikos 52 : 3 - 18.

POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS

Contactez : Vladimir Kostylev
Ressources naturelles Canada
1, Challenger Drive (C.P. 1006)
Dartmouth, N.-É. Canada B2Y 4A2
Tél. : (902) 426-8319
Télécopieur : (902) 426-4104
Courriel : Vladimir.Kostylev@nrcan.gc.ca

ou

Contactez : Bob O'Boyle
Processus consultatif de la Région des Maritimes
1, Challenger Drive (C.P. 1006)
Dartmouth, N.-É., Canada B2Y 4A2
Tél. : (902) 426-3526
Télécopieur : (902) 426-5435
Courriel : oboyler@mar.dfo-mpo.gc.ca

Ce rapport est disponible auprès du :

Processus consultatif de la
Région des Maritimes
Ministère des Pêches et des Océans
C.P. 1006, Succ. B203
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Canada B2Y 4A2

Téléphone : 902-426-7070
Télécopieur : 902-426-5435
Courriel : XMARMRAP@mar.dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1480-4921 (Imprimé)
© Sa majesté la Reine, Chef du Canada, 2005

An English version is available at the above address.

LA PRÉSENTE PUBLICATION DOIT ÊTRE CITÉE COMME SUIT :

MPO, 2005. Cadre de classification et de caractérisation des habitats benthiques du secteur Scotia-Fundy. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2005/071.